

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000143307  
PUBLICATION DATE : 23-05-00

APPLICATION DATE : 12-11-98  
APPLICATION NUMBER : 10321918

APPLICANT : SUMITOMO METAL MINING CO LTD;

INVENTOR : KAWAMOTO KOJI;

INT.CL. : C04B 14/02

TITLE : METHOD FOR PRODUCING ARTIFICIAL AGGREGATE AND ARTIFICIAL  
AGGREGATE PRODUCED BY THE SAME METHOD

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing high quality artificial aggregate at a low cost, which has small bone-dry specific gravity and manifests high strength at a lower temperature by adding a small quantity of a low-priced and easily available additive, and also to provide artificial aggregate by the same method.

SOLUTION: The method for producing artificial aggregate is to blend (A) at least one of sodium carbonate and potassium carbonate as a melting point depressant, (B) a binding agent and (C) a blowing agent (silicon carbide and/or a carbon material) to (D) coal ash, to smash the mixture, to add water to the smashed product so as to be kneaded, granulated and dried, and to grind the dried product, followed by baking it at 950-1,300°C. The artificial aggregate produced by the above method has 0.5-1.5 bone-dry specific gravity.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-143307

(P2000-143307A)

(43) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 4 B 14/02

識別記号

F I

C 0 4 B 14/02

キーワード (参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-321918

(22) 出願日 平成10年11月12日 (1998.11.12)

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 長南 武

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内

(72) 発明者 加岳井 敦

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内

(74) 代理人 100073900

弁理士 押田 良久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工軽量骨材の製造方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材

(57) 【要約】

【課題】 入手が容易で低価格な添加剤を少量添加することにより、絶乾比重を小さくでき、比較的低温で高強度を発現し、かつ高品質な人工軽量骨材を安価に製造する方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材を提供する。

【解決手段】 石炭灰に、融点降下剤としての炭酸ナトリウムまたは炭酸カリウムのうち少なくとも1種と、粘結剤と、発泡剤とを混合して粉碎し、該粉碎物に水を添加して混練・造粒した後乾燥し、該乾燥物の表面を研削した後焼成することを特徴とし、また前記焼成を950℃～1300℃の温度範囲で実施し、さらに前記発泡剤が酸化鉄と、炭化珪素または炭材のうち少なくとも1種とからなる人工軽量骨材の製造方法の特徴とし、また該方法より得られた人工軽量骨材は0.5～1.5の絶乾比重を有する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 石炭灰に、融点降下剤としての炭酸ナトリウムまたは炭酸カリウムのうち少なくとも1種と、粘結剤と、発泡剤とを混合して粉碎し、該粉碎物に水を添加して混練・造粒した後乾燥し、該乾燥物の表面を研削した後焼成することを特徴とする人工軽量骨材の製造方法。

【請求項2】 前記焼成を950℃～1300℃の温度範囲で実施することを特徴とする請求項1記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項3】 前記発泡剤が酸化鉄と、炭化珪素または炭材のうち少なくとも1種とからなることを特徴とする請求項1または2記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項記載の製造方法により得られ、かつ0.5～1.5の絶乾比重を有することを特徴とする人工軽量骨材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は人工軽量骨材に関し、具体的には石炭火力発電所や石炭焚きボイラーなどから発生する石炭灰を、特に土木・建築用などの人工軽量骨材として再資源化して有効利用するための人工軽量骨材の製造方法および該方法により得られた人工軽量骨材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】石炭は、石油に比べて資源が豊富で単位発熱量当たりの価格も安価なことから、国内のエネルギー政策により、特に発電用燃料として大幅な使用量の増加が計画または実施されつつある。その結果、石炭火力発電所や石炭焚きボイラーなどから発生する石炭灰が、石炭使用量にほぼ比例して増加している。その結果急増する石炭灰の有効利用法が大きな課題となっている。

【0003】多量に発生する石炭灰を有効に利用するためには、人工軽量骨材としての利用がその需要量の大きさから適している。

【0004】しかしながら、石炭灰はシンターグレート方式で一部が骨材化されているものの、人工骨材としての利用は国内では極めて少ないのが現状である。その原因は、石炭火力発電所や石炭焚きボイラーなどでは、ボイラーの水管やボイラー壁への灰の付着を軽減するために、高融点の灰を発生する石炭を選択して使用しているところにある。

【0005】すなわち石炭火力発電所や石炭焚きボイラーなどから発生する石炭灰は、一般的には融点が高いため、軽量骨材化するには低融点の粘土や頁岩を多量に混入して焼成しなければならない。しかし、これらの粘土や頁岩を多量に確保するのが困難であること、これらの粘土や頁岩を採掘・運搬・前処理・混合するのに多くの費用を要する結果、人工軽量骨材の製造コストが高くなっていること、また単位製品当たりの石炭灰の使用率が

低いことから石炭灰の有効利用上好ましくないこと、さらに石炭灰を使用して得られた人工軽量骨材の絶乾比重が1.3～1.4程度であって用途が制限されてしまい、この絶乾比重がより小さな軽質の人工軽量骨材を製造する技術が開発されていないことなどの問題から石炭灰を人工軽量骨材として有効に再利用することがなされていなかった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記状況より鑑みてなされたものであり、入手が容易で低価格な添加剤を少量添加することにより、絶乾比重を小さくでき、比較的低温で高強度を発現し、かつ高品質な人工軽量骨材を安価に製造する方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材を提供することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、単位製品当たりの石炭灰の使用率を増加してその有効利用率を高め、かつ安価な製造方法について鋭意検討した結果、石炭灰に、融点降下剤としての炭酸ナトリウムおよび／または炭酸カリウムと、粘結剤と、発泡剤とを混合した骨材配合とすることにより上記問題点を解決できることを見出し本発明を完成するに至った。

【0008】すなわち、上記目的を達成するための本発明の第1の実施態様は、石炭灰に、融点降下剤としての炭酸ナトリウムまたは炭酸カリウムのうち少なくとも1種と、粘結剤と、発泡剤とを混合して粉碎し、該粉碎物に水を添加して混練・造粒した後乾燥し、該乾燥物の表面を研削した後焼成することを特徴とし、また前記焼成を950℃～1300℃の温度範囲で実施し、さらに前記発泡剤が酸化鉄と、炭化珪素または炭材のうち少なくとも1種とからなる人工軽量骨材の製造方法を特徴とするものである。

【0009】また本発明の第2の実施態様は、前記第1の実施態様に係る製造方法より得られ、かつ0.5～1.5の絶乾比重を有する人工軽量骨材を特徴とするものである。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細およびその作用についてさらに具体的に説明する。本発明は、石炭灰に融点降下剤として炭酸ナトリウムおよび／または炭酸カリウムを添加することにより、石炭灰の融点を950℃～1300℃、好ましくは1000℃～1250℃の工業的に焼成し易い温度に低下させ、かつ発泡剤として平均粒度10μm以下の酸化鉄と、炭化珪素および／または石炭やコークスなどの炭材とを添加することによって絶乾比重が0.5～1.5程度の強度が高い人工軽量骨材を製造することができることを特徴とするものである。ここで特に絶乾比重を1以下にするには、骨材配合量の全体に対するFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量を3重量%以上にする必要がある。なお炭材は焼成時の造粒したペレット



内部の還元状態の調整にも機能する。

【0011】つぎに石炭灰の融点を降下するための融点降下剤について以下に説明する。石炭灰は、液相を生成して焼結する温度が $1400^{\circ}\text{C}$ ～ $1500^{\circ}\text{C}$ と極めて高い場合が多く、人工軽量骨材を $1400^{\circ}\text{C}$ ～ $1500^{\circ}\text{C}$ で焼成するには、焼成設備の耐火度やエネルギーコストおよび発泡剤の選定が困難な点で実用的ではない。従来このような高耐火度の原料を焼成する場合には、融点降下剤としてアルカリ金属類を多く含む低耐火度の粘土や頁岩などの天然鉱物や特開平9-77540号公報に報告されているようなビンガラスなどの廃ガラスを多量に加える方法が一般的であった。

【0012】本発明者らは粘土、頁岩類の添加効果を種々検討した結果、これらを構成する成分のうちでアルカリ金属類が少量でも液相温度を著しく低下させることを確認した。さらにこのような液相温度の低下効果を発揮する元素は、前記アルカリ金属類に限らず、低融点酸化物を構成する元素、例えば硼素、鉛などのいずれのものでもその効果を発揮することを見出した。

【0013】そこで、本発明者らは先に工業用のアルカリ金属化合物、例えば炭酸ナトリウムや炭酸カリウムなどのアルカリ金属の化合物と、石炭灰とを混合して $1000^{\circ}\text{C}$ ～ $1200^{\circ}\text{C}$ で加熱溶解してガラス状としたものを冷却粉碎して石炭灰に添加した場合に、特にガラス状にした融点降下剤を骨材配合量の全体に対して5重量%以上となるように添加すると、焼成温度が $950^{\circ}\text{C}$ ～ $1300^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $1000^{\circ}\text{C}$ ～ $1250^{\circ}\text{C}$ において、造粒したペレット内部から均一に発泡した高強度な人工軽量骨材を焼成することができることを見出して、この技術を前記特開平9-77540号公報に開示したが、工業薬品を使用できるとはいえコスト的に十分満足できるものではなかった。

【0014】本発明者らは、さらに安価な融点降下剤を用いた製造方法について検討した結果、炭酸ナトリウムおよび／または炭酸カリウムは、骨材化した後で焼成する前に表面研削を施せば前記のようにガラス化せずにそのまま融点降下剤として骨材組成に添加可能であるという知見を得、本発明でこれを用いた。本発明では融点降下剤として、炭酸ナトリウムおよび／または炭酸カリウムを用いたが、コストの点で炭酸ナトリウムが好ましい。

【0015】本発明の人工軽量骨材において、骨材配合量の全体に対する炭酸ナトリウムおよび／または炭酸カリウムの好ましい添加量は、アルカリ金属酸化物換算で2～12重量%である。これは、骨材の焼成特性と石炭灰利用率の向上の観点から得られた範囲であり、2重量%未満ではその効果が十分に発揮されず、一方12重量%を超えると骨材同士の融着がより顕著となるからである。

【0016】つぎに粘結剤は、造粒物の成型性と強度を

付与するために添加するものである。そして粘結剤の種類は特に限定されないが、例えばベントナイト、水ガラスなどの無機類、澱粉、糖蜜、リグニン、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、天然ゴム、パルプ廃液などの有機類が挙げられる。またその添加量も特に限定されないが、添加効果およびコストを考慮すると0.5重量%～10重量%の範囲が好ましい。

【0017】また発泡剤は、人工軽量骨材の絶乾比重を0.5～1.5程度に制御するために添加するものであるが、本発明では発泡剤として酸化鉄と、炭化珪素および／または炭材とを使用することが好ましい。通常発泡剤としては、前記効果を発揮するものであれば特に限定されないが、例えば酸化鉄の中でも酸化度の高いヘマタイトが好ましい。そして酸化鉄の粒度は特に限定されないが、焼成中の炭材による脱酸素反応を促進するために $10\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、また骨材配合量の全体に対する好ましい $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 添加量は1重量%～10重量%であり、1重量%未満では発泡剤としての効果が少なく、人工軽量骨材の絶乾比重を0.5～1.5程度まで制御することができない。一方10重量%を超えて添加しても発泡による軽量化の効果はそれ以上増加しないからである。なお酸化鉄の比重は石炭灰と比較して著しく大きく、発泡が促進されないと人工軽量骨材の比重を増加させることになる。

【0018】また炭化珪素は、造粒したペレットが加熱により多量の液相を生成するときに、酸化鉄と効率よく反応して発生する $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ ガスを捕捉してペレットの発泡膨潤を促進する。骨材配合量の全体に対する炭化珪素の添加量は、0.1重量%～10重量%であることが好ましく、0.1重量%未満では絶乾比重の軽量化に対する効果が十分でなく、絶乾比重が1.0以下の骨材が得られないからで、一方10重量%を超えてもそれ以上軽量効果は増大しないのである。

【0019】さらに炭材は、前記した効果は小さいが酸化鉄と反応して発泡作用という機能を発揮するために、炭化珪素の一部を炭材に置き換えたり、あるいは炭化珪素と併用することが可能である。なお炭材は焼成中のペレット内部の還元度を調整する効果が大であるという副次的な機能も有する。そして骨材配合量の全体に対する炭材の添加量は、0.2重量%～10重量%であることが好ましく、0.2重量%未満では発泡による軽量化の効果が得られないからであり、また10重量%を超えても発泡膨張による軽量化効果はそれ以上増加せず、逆に未燃焼の炭素がペレット内部に残留して人工軽量骨材の強度を低下させる可能性がある。

【0020】本発明に用いる石炭灰は特に限定されるものでなく、例えばフライアッシュとシンダアッシュの混合物である原粉、JIS A6201に適合するようなフライアッシュ、粗粉、クリンカアッシュを含む全ての石炭灰を用いることができる。また前記石炭灰の粒度は

特に限定されるものではない。

【0021】さらに本発明に用いる粉碎方法は、混合骨材配合原料が平均粒径 $20\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以下まで微粉碎できるものであればいずれの方法でもよく、例えばポットミル、振動ミル、遊星ミルなどのボールミル、衝突式のジェット粉碎機、ターボ粉碎機などが挙げられる。

【0022】つぎに石炭灰、融点降下剤、粘結剤および発泡剤との混合粉碎物は湿式混練するが、採用する混練方法は特に限定されず公知の汎用の混練装置を用いることができる。

【0023】また成型方法としては、所定の径になるように成型できるものであればよく、例えばパンペレタイザーや押出成型機を用いると簡便である。また乾燥方法も特に限定されるものではなく、さらに乾燥物の研削方法についても特に限定されるものでなく前記したパンペレタイザーなどを用いて研削することができる。

【0024】そして焼成方法は特に限定されないが、例えば連続操業や品質の均一性を勘案すればロータリーキルンを用いることが好ましく、所望とする骨材特性に合わせて雰囲気を選べ、また焼成は $950^{\circ}\text{C}$ ～ $1300^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $1000^{\circ}\text{C}$ ～ $1250^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で実施する。焼成温度が $950^{\circ}\text{C}$ 未満では絶乾比重が大きくなり過ぎ、得られた人工軽量骨材の強度が不足して用途が極めて限定されてしまい、一方 $1300^{\circ}\text{C}$ を超えると焼成に過大エネルギーを必要とし、製造コストが高くなってしまふからである。

【0025】

【実施例】以下実施例および比較例により、本発明をさらに説明する。ただし本発明は下記実施例に限定されるものでなく、また用いた石炭灰の主成分は、 $\text{SiO}_2$ : 66.25重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 25.38重量%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 4.07重量%、 $\text{CaO}$ : 0.84重量%、 $\text{MgO}$ : 0.50重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ : 0.31重量%、 $\text{K}_2\text{O}$ : 0.82重量%のものである。

【0026】【実施例1】石炭灰77.5重量%、ベントナイト5重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%、コークス2重量%および炭酸ナトリウム10重量%からなる骨材配合原料を、ボールミルにて混合粉碎した。該粉碎物に前記骨材配合原料の全量に対して1重量%相当の糖蜜を溶解した水を添加しながら混練・押出成型して $105^{\circ}\text{C}$ で通風乾燥した。該乾燥物をパンペレタイザーに装入して1時間転動させて表面を研削し、篩で研削粉を除去した後ロータリーキルン（煉瓦内径 $400\text{mm}$ ×長さ $6000\text{mm}$ ）に供給して、キルンの回転数3rpm、燃焼ガス中の酸素濃度6%、 $1100^{\circ}\text{C}$ の条件下で焼成して、骨材aを得た。得られた骨材a（実施例1）を評価するためJIS A 1110に基づいて絶乾比重を、また一軸圧縮破壊荷重により圧潰強

度を測定して、その結果を下記する表1に示す。なお圧潰強度は、圧潰試験機によって直径 $10\text{mm}$ の各骨材について測定し、その平均値を求めた。

【0027】表1から分かる通り、市販の人工軽量骨材の絶乾比重が1.3～1.4で圧潰強度が $50\sim 60\text{kgf}$ に比べ、実施例1の骨材aは絶乾比重が1.29で、圧潰強度が $76\text{kgf}$ であった。

【0028】【実施例2～8および比較例1～3】石炭灰79.5重量%、ベントナイト5重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%および炭酸ナトリウム10重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材b（実施例2）を、石炭灰80.5重量%、ベントナイト2重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%、コークス2重量%および炭酸ナトリウム10重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材c（実施例3）を、石炭灰80.5重量%、ベントナイト5重量%、ヘマタイト4重量%、炭化珪素0.5重量%および炭酸ナトリウム10重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材d（実施例4）を、石炭灰79.5重量%、ベントナイト7重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%および炭酸ナトリウム8重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材e（実施例5）を、炭酸ナトリウムに代えて炭酸カリウムを用いた以外は実施例1と同様にして骨材f（実施例6）を、石炭灰87.5重量%、ベントナイト5重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%、コークス2重量%および炭酸ナトリウムおよび/または炭酸カリウム0重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材g（比較例1）を、石炭灰82.5重量%、ベントナイト0重量%、ヘマタイト5重量%、炭化珪素0.5重量%、コークス2重量%および炭酸ナトリウム10重量%とした以外は実施例1と同様にして骨材h（比較例2）を、ロータリーキルンによる焼成温度を $930^{\circ}\text{C}$ 、 $1120^{\circ}\text{C}$ 、 $1150^{\circ}\text{C}$ とした以外は実施例1と同様にして、それぞれ骨材i（比較例3）、骨材j（実施例7）、骨材k（実施例8）を得た。得られた骨材b～kについて実施例1と同様の測定を行い、その結果を表1に併せて示す。

【0029】表1から分かる通り、実施例2～8の骨材b～f、j、kは絶乾比重が0.81～1.43で圧潰強度が $46\text{kgf}$ 以上の高強度である。一方比較例1の骨材gは高強度ではあるが、絶乾比重が1.67と高く、また粘結剤としてのベントナイトを添加しなかった比較例2の骨材hは絶乾比重および圧潰強度とも測定不能であり人工軽量骨材として用いることができず、さらに焼成温度が低かった比較例3の骨材iは発泡が不十分である結果、所望とする人工軽量骨材とはならなかった。

【0030】

【表1】

骨材		絶乾比重	圧潰強度 (kgf)
a	実施例1	1.29	76
b	実施例2	0.81	46
c	実施例3	1.33	69
d	実施例4	1.29	68
e	実施例5	1.43	105
f	実施例6	1.30	75
g	比較例1	1.67	125
h	比較例2	-	-
i	比較例3	1.69	107
j	実施例7	1.14	60
k	実施例8	0.94	55

## 【0031】

【発明の効果】以上述べた通り本発明によれば、石炭火力発電所や石炭焚きボイラーなどから発生する石炭灰を原料として、極めて軽質で強度が高く、かつ高品質な人工軽量骨材を低コストで効率的に生産することができ

る。したがって産業廃棄物を埋め立てて処理することなく、特に軽量化を必要とする土木・建築材料などに再資源化できることから、環境の保全とエネルギーの安定供給に寄与するところ大である。

---

フロントページの続き

(72)発明者 須藤 真悟  
千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内

(72)発明者 川本 孝次  
千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内